



TITLE:

# 人工衛星リモートセンシングを用いた琵琶湖における水環境解析の基礎的研究( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

寺本, 智子

---

CITATION:

寺本, 智子. 人工衛星リモートセンシングを用いた琵琶湖における水環境解析の基礎的研究. 京都大学, 2015, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2015-09-24

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19294>

RIGHT:

許諾条件により本文は2016-03-23に公開; 許諾条件により要旨は2015-10-01に公開

京都大学	博士（工学）	氏名	寺本 智子
論文題目	人工衛星リモートセンシングを用いた琵琶湖における水環境解析の基礎的研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、琵琶湖の水環境解析のために、人工衛星データを用いて統計解析によるクロロフィル a 濃度を推定するモデルを開発し、さらに沈水植物の繁茂の影響を検証したものであって、6 章からなっている。</p> <p>第 1 章は序論であり、本研究の背景と目的を述べている。</p> <p>第 2 章においては、クロロフィル a 濃度を推定する先行研究として、東京湾、霞ヶ浦、宍道湖・中海、大村湾といった事例をレビューし、クロロフィル a と競合する沈水植物の繁茂による影響評価が明確に行えなかったことを問題点として明らかにしている。</p> <p>第 3 章では、琵琶湖の水質について、長期的経年変化の観点からその特徴を示している。代表的な水質項目である透明度、生物化学的酸素要求量（BOD）、化学的酸素要求量（COD）、全リン、全窒素の年平均値の推移を調べ、COD 以外については近年概ね改善されてきていること、ただし COD は悪化の傾向が見られることを示した。さらに、赤潮、アオコの発生状況を調べ、赤潮は発生頻度がかかなり低下している一方、アオコは少なからぬ水域において依然として発生が頻発していることを明らかにしている。</p> <p>第 4 章では、人工衛星データを用いて統計解析によるクロロフィル a 濃度を推定するモデルを開発した。Landsat 衛星の TM センサーのデータを用い、多くの既往研究によって提案された人工衛星リモートセンシングによるクロロフィル a 濃度推定モデルを琵琶湖に適用した結果、単相関モデルではバンド 2 の DN 値、ならびに反射率を用いたものが最も高い相関を示した。その結果を用いクロロフィル a 推定モデルを作成したところ、どの年代においても現場クロロフィル a 濃度と一致する点は少なく、単バンドのみで水質を推定するのは困難であることが示された。次に複数のバンドを用いた重相関モデルを用いクロロフィル a 濃度の推定を行った。その結果、重相関モデルを用いると、バンド 2 のみを用いた結果よりも精度は向上した。ここで得られた重相関クロロフィル推定モデルを検証するために琵琶湖における 1995 年の検証データ用データに適用した。その結果、現場クロロフィル a 濃度が低い北湖において、推定クロロフィル a 濃度は現場クロロフィル a 濃度よりも過大に推定することがわかった。一方、南湖において実測された現場クロロフィル a 濃度は、衛星データより推定されたクロロフィル a 濃度よりも低かった。この推定式のみによる推定においては、特に、クロロフィル a 濃度が低い場合において、クロロフィル a 濃度推定は困難であることを示した。</p> <p>第 5 章では、琵琶湖において、水質の悪化とともに近年問題となっている沈水植物による影響を取り扱った。クロロフィル a 推定モデルを改良する前に、Lezenga モデルを用いて湖沼の沈水植物の分布図の作成を行った。その結果、北湖湖心で沈水植物の分布を過大評価してしまうが、南湖においては沈水植物の分布を表すことができる可能性があることを示した。琵琶湖南湖における沈水植物の分布を衛星から推測する。沈水植物の被覆率を定量的に評価した。被覆率が 25% 下がるごとに、バンド 1、2、4、5、7 の DN 値が <math>B1:B2:B4:B5:B7 = 1.3: 0.75: 0.2: 0.2: 0.55</math> ずつ上昇することに着目し、それらの値を沈水植物によるものとし衛星データからそれぞれの値を得ることで、沈水植物の影響をなくした DN 値とし、改良モデルを作成した。補正された DN 値を用いてクロロフィル a 濃度を推定した場合、沈水植物の影響によって、推定クロロフィル a 濃度が現場クロロフィル a 濃度よりも過大に算出された 4 地点のクロロフィル a 濃度は、沈水植物の被覆率 50%～25%の地点 2</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	寺本 智子
<p>か所、ならびに被覆率 10%未満の 1 地点においては沈水植物の影響を取り除くことができ、現場クロロフィル a 濃度により近い沈水植物の影響を取り除いた推定値が得られた。また沈水植物の被覆率が 75%～50%の 1 地点は被覆率 0%の境界に位置し解像度 30m の Landsat5 では、その地点が被覆率 75%～50%ではなく被覆率 0%の範囲との区別がつかず、高く補正された可能性があることを示している。</p> <p>第 6 章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。</p>			

## (論文審査の結果の要旨)

本論文は、人工衛星リモートセンシングデータを用いて琵琶湖における水質指標、特に、クロロフィル a 濃度の推定を行う解析手法を検討し、さらに、沈水植物分布の影響を明らかにしようとしたものであって、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 現地で得られるクロロフィルa濃度と人工衛星リモートセンシングデータを統計解析する方法を琵琶湖に適用し、人工衛星データからクロロフィル a 濃度を推定する場合に、沈水植物の存在が、推定精度に影響を与え、誤差が大きくなることを示した。
2. 人工衛星データからクロロフィル a 濃度を推定する統計モデルについて検討し、単相関モデルを用いる場合は、ランドサット衛星に搭載されているTMセンサーのバンド2のDN値及び反射率を用いたものが最も高い相関を示すこと、ただし、多時期の画像解析の結果、推定精度は必ずしも十分でなく、精度向上のためには重相関モデルを用いる必要があることを示した。
3. 重回帰モデルを用いてクロロフィル a 濃度を推定すると、クロロフィル a 濃度が低い琵琶湖北湖では過大推定し、クロロフィル a 濃度が高い南湖では過小推定することを確認した。特に、クロロフィル a 濃度が低い場合には、さらにモデルに改良を加える必要があることを示した。
4. クロロフィル a 濃度推定モデルを改良する前段階として、琵琶湖において水質の悪化とともに近年問題となっている沈水植物に着目して、Lezenga モデルを用いて湖沼の沈水植物の分布図の作成を行ったところ、このモデルを用いると、北湖では沈水植物分布が過大評価され、南湖においては良好な分布を表現できる可能性があることを示した。
5. 人工衛星データから、沈水植物の空間分布を推定する手法を考案し、クロロフィル a 濃度推定モデルを改良した。沈水植物の被覆率の低下と、TMセンサーのバンド1、2、4、5、7のDN値の上昇との関係を定量的に調べ、その関係を改良モデルに導入したところ、沈水植物の被覆率が25～50%の地点、10%以下の地点で沈水植物の影響を除去した形でクロロフィル a 濃度の推定が可能であることを示した。

以上のように、本論文は、琵琶湖の水環境の保全の問題を取り扱い、人工衛星リモートセンシングデータを用いて湖の水質を解析する手法として、クロロフィル a 濃度推定モデルを開発し、さらに沈水植物の影響について検証を行ったもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年8月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。

要旨公開可能日：平成27年10月1日以降